

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
12. Februar 2004 (12.02.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/013923 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H01M 8/02

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/008373

(22) Internationales Anmeldedatum:  
29. Juli 2003 (29.07.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
02016923.1 31. Juli 2002 (31.07.2002) EP

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): SFC SMART FUEL CELL AG [DE/DE]; Eugen-  
Sänger-Strasse, Geb. 53.0, 85649 Brunnthal-Nord (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HUBER, Markus  
[DE/DE]; Grandauerstr. 1, 85567 Grafing (DE). RUF,  
Christian [DE/DE]; Hilblestr. 13, 80636 München (DE).

(74) Anwalt: GRÜNECKER, KINKELDEY, STOCKMAIR  
& SCHWANHÄUSSER; Maximilianstrasse 58, 80538  
München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,  
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,  
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,  
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,  
MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT,  
RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR,  
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH,  
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),  
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,  
TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,  
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL,  
PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG,  
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

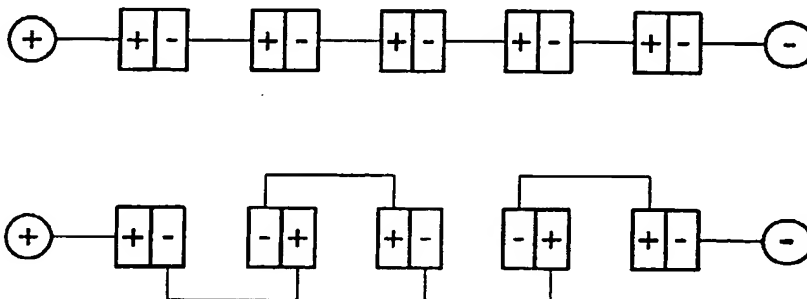
Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden  
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen  
eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-  
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-  
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der  
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: PLATE ELEMENTS FOR FUEL CELL STACKS

(54) Bezeichnung: PLATTENELEMENTE FÜR BRENNSTOFFZELLENSTACKS



(57) Abstract: The invention relates to a plate element for a fuel cell stack, comprising a frame region and at least one inner region which is surrounded by the frame region. Said plate element also comprises a plurality of webs which extend from the frame region into the at least one inner region and define a flow guidance structure in the at least one inner region, at least two of four bore holes in the frame region being connected to said flow guidance structure.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Plattenelement für einen Brennstoffzellenstapel, welches einen Rahmenbereich und einen wenigstens einen Innenbereich umfasst, der von dem Rahmenbereich umgeben ist. Ferner weist es eine Mehrzahl von Stegen auf, die sich vom Rahmenbereich in den wenigstens einen Innenbereich erstrecken und im wenigstens einen Innenbereich eine Strömungsführungsstruktur definieren, wobei wenigstens vier Bohrungen im Rahmenbereich, von denen wenigstens zwei mit der Strömungsführungsstruktur in Verbindung stehen.

## Plattenelemente für Brennstoffzellenstacks

Die Erfindung betrifft Plattenelemente für Brennstoffzellenstacks in monopolarer oder bipolarer Anordnung. Speziell betrifft die Erfindung fluidführende Stromableiter und Elemente zum Einbau zwischen den Stromableitern, um diese elektrisch zu isolieren.

### 5 Stand der Technik

Die Unterschiede zwischen einer Bipolaranordnung und einer Monopolaranordnung lassen sich am einfachsten anhand von schematischen Ersatzschaltbildern aufzeigen, die in Fig. 1 skizziert sind.

10

Der Bipolaranordnung entspricht dabei die obere Teilfigur, die eine Reihenschaltung von einzelnen Spannungszellen darstellt. Zellen sind dabei so benachbart, dass sich jeweils ein Pluspol und ein Minuspol gegenüberliegen, was eine einfache Verschaltung der Spannungszellen erlaubt. Nach diesem Anordnungsschema sind beispielsweise die Kammern eines Bleiakkumulators angeordnet, werden Batterien in eine Stablampe eingesetzt, oder werden Brennstoffzelleneinheiten in einem Bipolarstack angeordnet.

15

Der Monopolaranordnung entspricht die untere Darstellung der Figur. Bei dieser Anordnung sind die Zellen so benachbart, dass sich paarweise jeweils zwei Pluspole oder zwei Minuspole gegenüberliegen. Um hier die einzelnen Spannungszellen in Reihe zu schalten, ist eine vergleichsweise umständliche Verschaltung notwendig, so dass eine solche Anordnung von Einzelzellen in den meisten Anwendungen keinerlei Vorteile gegenüber der bipolaren Anordnung aufweisen würde. Diese gilt aber nicht für Brennstoffzellenstacks: hier können mit einer monopolaren Anordnung auch Vorteile erzielt werden, wie unten unter Bezugnahme auf Figur 2 erläutert werden soll.

25

Innerhalb eines Bipolarstacks hat jede Kathode zwei benachbarte Anoden und muss gegenüber diesen gegen Fluidübertritte abgedichtet sein. Innerhalb einer Zelle erfolgt dies im Zusammenwirken von Elektrolytmaterial (im Innenbereich) und Dichtungen

30

(im Außenbereich). Die Separierung zwischen den benachbarten Zellen erfolgt jeweils durch eine Trennplatte, deren eine Seite die Kathodenkammer und deren andere Seite die Anodenkammer bildet. Auch die Fluiddurchführungen der Trennplatten sind so ausgebildet, dass das Kathodenfluid der einen Seite (Kathodenseite) nicht mit dem Anodenfluid der anderen Seite (Anodenseite) in Berührung kommt.

Bei einer monopolaren Anordnung bilden sich dagegen Anoden- und Kathodenpaare. Zwar müssen die Kathoden und Anoden innerhalb eines solchen Paares elektrisch gegeneinander isoliert sein, die Fluidbereiche selbst müssen aber nicht getrennt sein, solange die elektrische Leitfähigkeit der Kathoden- und Anodenfluide vernachlässigbar bleibt (was trotz einer gewissen Leitfähigkeit, insbesondere des Anodenfluids, in der Regel der Fall ist). Zwei Kathoden können also jeweils zu einer Kathodenkammer zusammengefasst werden, und zwei Anoden jeweils zu einer Anodenkammer.

Fig. 2 zeigt eine solche Anodenkammer in einer Explosionsdarstellung. Ein solcher Aufbau ist beispielsweise in der DE 100 40 654 A1 beschrieben. Ein elektrisch isolierendes Rahmenelement 1 ist sandwich-artig zwischen zwei Stromabnehmern 2 angeordnet. Die Stromabnehmer wiederum grenzen an (in der Figur nicht abgebildete) Elektrolyteinrichtungen (MEA). Die Stromabnehmer 2 dienen der Stromabfuhr an der Grenzfläche MEA-Stromabnehmer, sollen aber gleichzeitig Kontaktfläche des Anodenfluids mit der MEA nicht nennenswert verringern: daher wird der Innenbereich eines Stromabnehmers 2 mit dünnen Querstegen 3 überbrückt, die für eine Stromabfuhr ausreichend breit und zahlreich sind, dabei aber so schmal sind, dass die durch die Aussparungen 4 definierte aktive Kontaktfläche des Fluids mit der MEA nicht substantiell verringert wird.

Zur Strömungsführung entlang der Stapelachse sind im Rahmenbereich (hier in den Ecken) der Stromableiter vier Bohrungen 5 vorgesehen, wobei jeweils zwei diametral gegenüberliegende Bohrungen der Führung des Anodenfluids bzw. des Kathodenfluids dienen. Entsprechende Bohrungen 6, 7 sind auch im Rahmenelement 1 vorgesehen. Die Bohrungen 7 stehen über Durchbrüche mit dem Innenbereich 8 des Rahmenelements 1 in Verbindung. Die Zufuhr von Anodenfluid in den Innenbereich 8 erfolgt über eine der beiden Bohrungen 7, die Abfuhr durch die andere, diametral gegenüberliegende Bohrung 7. Der Innenbereich 8 stellt das Hauptvolumen der Ano-

denkammer der gezeigten Zelle dar, da die Dicke des Rahmenelements 1 deutlich höher ist als die der Stromabnehmer 2.

Die hier für die Anodenkammer gemachten Aussagen gelten entsprechend auch für die Kathodenkammer. Bei einer Kathodenkammer hat das zentrale Rahmenelement Aussparungen an den beiden anderen diametralen Fluiddurchführungen. Hierzu muss der skizzierte Typ von Rahmenelementen 1 nur verdreht werden, so dass nur ein Typ von Rahmenelementen zum Aufbau des Stacks erforderlich ist.

Bei der gezeigten Anordnung werden die Eckbereiche, die keinen Einlass bzw. Auslass aufweisen, weit weniger stark durchströmt als etwa der zentrale Bereich der Anodenkammer. Um innerhalb der Kammern eine gleichförmigere Strömungsverteilung zu erreichen, können in den Anoden- und Kathodenkammern (in der Figur nicht abgebildete) netzartige Einsätze vorgesehen werden. Aber auch hiermit ist der Fluidaustausch in den Staubereichen der Anoden- und Kathodenkammern geringer als entlang der Strecke Einlass-Auslass, so dass die zur Verfügung stehende aktive Fläche nicht optimal genutzt werden kann. Solche Staubereiche bilden sich insbesondere allem bei einer ungünstigen räumlichen Positionierung des Stacks.

## **Beschreibung der Erfindung**

Angesichts dieser Mängel ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, verbesserte Stackelemente bereitzustellen, mit denen die oben beschriebenen Nachteile überwunden werden.

Diese Aufgabe wird durch das erfindungsgemäße Plattenelement mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und die Brennstoffzellenstackbaueinheit mit den Merkmalen des Anspruchs 11 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben. Besonders bevorzugte Ausführungsformen werden unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren beschrieben.

Das erfindungsgemäße Plattenelement für einen Brennstoffzellenstapel umfasst einen Rahmenbereich und wenigstens einen Innenbereich, der von dem Rahmenbereich umgeben ist, eine Mehrzahl von Stegen, die sich vom Rahmenbereich in den wenigstens einen Innenbereich erstrecken und im wenigstens einen Innenbereich eine Strömungsführungsstruktur definieren, die durch Aussparungen zwischen den Stegen gebildet wird, und wenigstens vier Bohrungen im Rahmenbereich, von denen wenigstens zwei mit dem Strömungsfeld in Verbindung stehen.

Der Begriff „Plattenelement“ soll anzeigen, dass der beanspruchte Gegenstand in einer Raumrichtung deutlich kleinere Abmessungen als in den zwei dazu senkrechten Raumrichtungen aufweist. In der einen Raumrichtung kann die Dicke des Plattenelements sogar so klein sein, dass das Plattenelement keine Eigenstabilität aufweist. Das erfindungsgemäße Plattenelement soll also auch Folien umfassen, die entsprechend den oben angegebenen Merkmalen strukturiert sind.

Unter Strömungsführungsstruktur sind Aussparungen zwischen den Stegen oder wenigstens eine zusammenhängende Struktur von Aussparungen zwischen den Stegen zu verstehen, die einen Kanal oder eine Mehrzahl von Kanälen im Innenbereich des Plattenelements definieren. Jeder Kanal ist (beispielsweise über Durchbrüche durch den Rahmenbereich) mit zwei Bohrungen verbunden, von denen die eine der Fluidzufuhr, die andere der Fluidabfuhr dient. Durch diesen wenigstens einen Kanal ist die Strömungsführungsstruktur ist zum Führen (Kanalisisieren) einer Fluidströmung in der Plattenebene geeignet. Zur tatsächlichen Aufnahme eines Fluids und Führung der Strömung benötigt die Strömungsführungsstruktur natürlich noch seitliche Begrenzungen, die durch anliegende plane Oberflächen angrenzender Stackelemente (beispielsweise denen von Membran-Elektroden-Einheiten) bereit gestellt werden.

Zur Ausbildung mehrerer unabhängiger Kanäle können die Stege beidseitig mit dem Rahmenbereich verbunden sein. Die Stege können aber auch nur einseitig mit dem Rahmenbereich verbunden sein. Sie haben im einfachsten Fall eine gerade Zungenform und erstrecken sich in einer verzahnten Anordnung alternierend von gegenüberliegenden Seiten des Rahmenbereichs in den Innenbereich des Plattenelements. Anstelle von geraden Zungen können auch komplexere Stegformen Verwendung finden, wie beispielsweise Stege in „T“-Form oder „L“-Form, die ebenfalls zur Ausbildung eines Strömungsfeldes alternierend anordenbar sind.

Das Plattenelement ist vorteilhafterweise so ausgebildet, dass es in unterschiedlichen Orientierungen an unterschiedlichen Positionen des Brennstoffzellenstacks eingebaut werden kann. Die Rahmenform ist daher bevorzugt quadratisch oder rechteckig. Denkbar sind aber auch andere Formen, die unter Drehung um weniger als 360° deckungsgleich in sich selbst übergehen, also insbesondere die Formen eines gleichseitigen Dreiecks oder anderer regelmäßiger Vielecke, aber auch eine Kreisform oder eine elliptische Form.

Die Strömungsführungsstruktur kann auch innerhalb eines Innenbereichs eine Vielzahl nebeneinander (beispielsweise parallel) verlaufender Kanäle sein. Vorzugsweise aber wird die Strömungsführungsstruktur in einem vom Rahmenbereich umgebenen Innenbereich durch einen mäandrierenden Strömungskanal gebildet, oder entsprechend bei mehreren Innenbereichen durch eine Mehrzahl solcher mäandrierender Strömungskanäle. In diesem Fall lässt sich bei einfachster möglicher Fluidzufuhr und Fluidabfuhr der (mit Ausnahme der Stege) gesamte Innenbereich gleichmäßig mit Fluiden versorgen.

Durch die strömungsführenden Eigenschaften der erfindungsgemäßen Plattenelemente ist ein lageunabhängiger Betrieb ohne Leistungseinbußen möglich, während bei der in Fig. 2 skizzierten Anordnung, bei der die Strömung nicht geführt wird, die Fluidabfuhr aus abgelegenen Kathoden- oder Anodenbereichen nur mit Hilfe der Schwerkraft zufriedenstellend erfolgt. Bei Verwendung als Direkt-Methanol-Brennstoffzelle (DMFC) kann sich z.B. in ungünstigen Betriebslagen kathodenseitig Wasser ansammeln und dadurch verhindern, dass sich der für die Reaktion benötigte Sauerstoff auf die gesamte aktive Fläche verteilen kann. Zum anderen kann das auf der Anode produzierte gasförmige CO<sub>2</sub> ebenso zur Blockierung der aktiven Fläche der Anode führen, wenn das Gas nicht schnell nach oben entweichen kann.

In einer bevorzugten Ausführung besteht das Plattenelement aus einem leitfähigen Material, beispielsweise aus Graphit, aber besonders bevorzugt aus einem Metall oder einer metallischen Verbindung. In dieser Ausführung kann das Plattenelement als Stromableiter einer Zelleneinheit verwendet werden. Metalle oder metallische Verbindungen sind bevorzugt, da sie i.d.R. preisgünstiger, leichter zu bearbeiten und mechanisch stabiler sind, und eine höhere elektrische Leitfähigkeit besitzen als

nichtmetallisch Materialien. Auch lassen sich metallische Stromableiter leichter elektrisch kontaktieren.

5 In einer weiteren bevorzugten Ausführung besteht das Plattenelement aus einem isolierenden Material. In dieser Ausführung kann das Plattenelement zur elektrischen Isolierung benachbarter Stromableiter in Monopolaranordnungen verwendet werden.

10 In einer vorteilhaften Weiterbildung ist das erfindungsgemäße Plattenelement als ein Laminat aus einer leitfähigen Schicht und einer isolierenden Schicht ausgebildet. Bei der Verwendung solcher Lamine lässt sich der Aufbau des Brennstoffzellenstacks vereinfachen, da keine separaten Isoliereinheiten mehr verwendet werden müssen. Die Schichtdicken der leitfähigen Schicht und einer isolierenden Schicht können die gleiche Größenordnung aufweisen. Das Laminat kann aber auch ein metallisch beschichteter Isolator oder ein isolierend beschichtetes Metall sein, bei denen die Dicke  
15 der Beschichtung deutlich kleiner als die Gesamtdicke ist.

Der Aufbau monopolarer Brennstoffzellenstacks lässt sich weiter vereinfachen, wenn das Plattenelement als Laminat aus einer isolierenden Schicht und zwei leitfähigen Schichten ausgebildet ist, die die isolierende Schicht sandwichartig einbetten. Auch  
20 hier unterliegen die jeweiligen Schichtdicken a priori keinen Einschränkungen. Bei Verwendung dieser Weiterbildung werden zum Aufbau des Stackes einfach Elektrolyteinheiten und Plattenelemente alternierend gestapelt.

25 In einer besonders bevorzugten Weiterbildung weist das Plattenelement wenigstens eine Rippe auf, die sich vom Rahmenbereich nach außen erstreckt. Über diese wenigstens eine Rippe können Stromableiter in einem monopolaren oder bipolaren leichter miteinander elektrisch Verbunden werden. Beim isolierenden Plattenelement werden zwar keine solche Rippen benötigt; sie können aber produktionsbedingt auftreten, wenn dieselbe Vorrichtung wie zum Herstellen der Stromableiter verwendet  
30 wird, und sind i.A. nicht störend.

In einer die elektrische Verschaltung besonders vereinfachenden Weiterbildung sind Rippen an wenigstens zwei gegenüberliegenden Seiten des Rahmenbereichs vorge-

sehen. In diesem Fall kein ein Typ von Stromableiter in verschiedenen Orientierungen problemlos verschaltet werden.

Speziell für Monopolaranordnungen ist eine Weiterbildung des Plattenelements vorteilhaft, bei dem die Rippen an gegenüberliegenden Seiten des Rahmenbereichs versetzt zueinander angeordnet sind. Dadurch können die Stromableiter so eingebaut werden, dass seine Rippen bzgl. der Rippen der beiden jeweils benachbarten Stromableiter versetzt sind und so bei der Kontaktierung mit einem der übernächsten Stromableiter nicht hinderlich sind.

Die erfindungsgemäße Brennstoffzellenstackbaueinheit umfasst eine Membran-Elektroden-Einheit (MEA), die wenigstens an einer Seite mit der leitfähigen Seite eines als Stromableiters ausgeführten Plattenelements verbunden ist. Durch die Verbindung hat die Brennstoffzellenstackbaueinheit eine höhere mechanische Stabilität als die Einzelelemente, so dass der Aufbau des Stacks erleichtert wird. Ferner kann bei der Vorfertigung der Brennstoffzellenstackbaueinheit unter Umständen ein besserer elektrischer Kontakt zwischen Elektrolyteinrichtung und Stromableiter erreicht werden, als dies beim einfachen Aneinanderlegen von stromableitenden Plattenelementen und Elektrolyteinrichtung möglich ist.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand besonders bevorzugter Ausbildungsformen und unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 den qualitativen Unterschied zwischen einer bipolaren und einer monopolaren Anordnung;

Fig. 2 Ausbildung einer Fluidkammer für eine Monopolaranordnung gemäß dem Stand der Technik;

Fig. 3 ein Plattenelement gemäß der vorliegenden Erfindung;



Fig. 4 eine Bipolaranordnung unter Verwendung von erfindungsgemäßen Plattenelementen;

Fig. 5 eine Monopolaranordnung unter Verwendung von erfindungsgemäßen Plattenelementen;

Fig. 6 eine weitere Monopolaranordnung unter Verwendung von erfindungsgemäßen Plattenelementen.

Fig. 7 zeigt eine weitere bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Plattenelements als Stromabführeinrichtung in einem Bipolarstack;

Fig. 8 zeigt eine fluid-isolierende Zwischenplatte für die in Fig. 7 gezeigten Stromabführeinrichtung.

Die Figuren 1 und 2 wurden bereits einleitend beschrieben.

Fig. 3 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Plattenelements 10.

Das Plattenelement 10 kann aus einem elektrisch leitfähigen Material (i.d.R. Metall) hergestellt sein und in dieser Ausbildung als Stromabnehmer für bipolare oder monopolare Brennstoffzellzellenstacks verwendet werden.

Es weist einen umlaufenden Rahmenbereich 11 auf, wobei sich von zwei gegenüberliegenden Seiten des Rahmenbereichs 11 nach außen Rippen 12 und nach innen Stege 13 erstrecken. Die Stege 13 erstrecken sich nicht bis zur gegenüberliegenden Rahmenseite und sind alternierend angeordnet, so dass durch die Aussparungen zwischen den Stegen 13 ein mäanderförmiger Kanal 14 definiert wird. Im Rahmenbereich 11 sind ferner vier Bohrungen 15, 16, 17, 18 vorgesehen, von denen zwei diametral gegenüberliegende Bohrungen 16 und 18 über Durchbrüche 16a und 18a mit dem mäanderförmigen Kanal 14 verbunden sind.

Beim Einbau in einen Stack sind ein Teil des Rahmenbereichs 11 und die Stege 13 in elektrischem Kontakt mit der MEA und dienen zur Stromleitung. Gleichzeitig die-

nen die Stege 13 auch zur gleichmäßigen Fluidverteilung über die aktive Fläche und der Fluidführung über diese Fläche. Das Fluid wird über eine der beiden Bohrungen 16, 18, die über die Durchbrüche mit dem mäanderförmigen Kanal 14 verbunden sind, zugeführt, durchströmt diesen Kanal 14, und wird über die andere Bohrung 5 wieder abgeführt. Aufgrund der geführten Strömung gibt es keine Staubereiche mit verringertem Fluidaustausch, so dass ein höherer Wirkungsgrad erzielt wird. Ferner gewährleistet die Strömungsführung eine Lageabhängigkeit beim Einsatz des Stacks.

10 In einer für Monopolaranordnungen bevorzugten (aber auch für Bipolaranordnungen verwendbaren) Ausführungsform sind die sich nach außen erstreckenden Rippen der einen Seite gegenüber den Rippen der anderen Seite so versetzt, dass beim Aneinanderlegen des gezeigten Plattenelements 10 und eines weiteren Plattenelements 10, das um  $180^\circ$  bzgl. der in der Figur angedeuteten x- oder y-Achse gedreht und so positioniert wird, dass die Bohrungen der beiden 15 Plattenelemente fluchten, die Rippen der beiden Plattenelemente nicht miteinander in Berührung kommen.

Für Monopolaranordnungen ist es ferner bevorzugt, dass bei einer Rotation des Plattenelements 10 um  $180^\circ$  in der Papierebene, bei der die Bohrung 17 in die Bohrung 15 übergeht (und umgekehrt) und die Bohrung 18 in die Bohrung 16 übergeht (und 20 umgekehrt), die sich nach außen erstreckenden Rippen der einen Seite nicht mit der ursprünglichen Lage der Rippen der anderen Seite in Deckung übergehen, sondern ebenfalls zwischen diesen in Position kommen. Dies erlaubt es, nur einen Typ von Stromableiter zum Aufbau des gesamten Monopolarstacks zu verwenden.

25 Der abgebildete Stromableiter kann beispielsweise aus einer Metallplatte oder einem Blech gestanzt werden und ist somit preisgünstig herstellbar.

Elektrisch isolierende Zwischenplatten für Monopolaranordnungen haben im Hinblick auf die Bohrungen und das Strömungsfeld die gleiche Struktur wie der in Fig. 3 30 gezeigte Stromableiter. Die sich nach außen erstreckenden Rippen der Stromableiter sind bei den isolierenden Zwischenplatten nicht erforderlich (siehe Fig. 5). Es sei aber auch darauf hingewiesen, dass diese Rippen bei den isolierenden Zwischenplatten nicht hinderlich wären, so dass gegebenenfalls ein und dieselbe Vorrichtung zum

Herstellen der Stromableiter und der isolierenden Zwischenplatten verwendet werden kann.

Alternativ zur isolierenden Zwischenplatte können zusätzlich zu den reinen Metallplatten auch einseitig mit einem isolierenden Material beschichtete Metallplatten (oder mit einem Metall beschichtete isolierende Kunststoffplatten) verwendet werden, die wie in Fig. 3 gezeigt strukturiert werden. In diesen Fällen müssen keine separaten Dichtungen zur gegenseitigen Isolation aneinanderliegender Stromableiter hergestellt werden, was die Herstellungskosten weiter senkt, die Montage vereinfacht und das Volumen des Stacks weiter reduziert (näheres hierzu bei der Beschreibung von Fig. 6).

Fig. 4 zeigt – in Explosionsdarstellung und ausschnittsweise – einen Brennstoffzellenstack in Bipolaranordnung 100 mit den Stromableitern von Fig. 3.

Von den vier Stromableitern 110a, 110b, 110c, 110d sind die Stromableiter 110a und 110c auf der einen Seite, sowie die Stromableiter 110b und 110d auf der anderen Seite identisch ausgerichtet. Nimmt man ohne Einschränkung der Allgemeinheit den Stromableiter 110a als kathodenseitigen Stromableiter an, so ist der Stromableiter 110b ein anodenseitiger Stromableiter, der Stromableiter 110c ein kathodenseitiger Stromableiter, und der Stromableiter 110d wiederum ein anodenseitiger Stromableiter. Die Stromableiter sind voneinander durch Zwischenplatten 120 oder durch Elektrolyteinrichtungen (MEA) 130 getrennt. Die Anordnung 120-110b-130 definiert den Anodenbereich einer Zelleinheit, während die Anordnung 130-110c-120 den Kathodenbereich dieser Zelleinheit bildet.

Die Zwischenplatten 120 dienen zur Abtrennung benachbarter Fluidkammern, d.h. der Abtrennung von Kathoden- und Anodenbereichen. Sie müssen eine Vermischung von Kathoden- und Anodenfluiden verhindern, müssen allerdings nicht elektrisch isolierend sein, so dass sie also beispielweise auch aus einer dünnen Metallfolie bestehen können.

Wie schon erwähnt, bildet die Anordnung 120-110b-130-110c-120 eine Zelleinheit oder – in Analogie zur Fig. 1 – ein Spannungselement. Zur Verschaltung des gezeig-

ten Stackabschnitts werden – in Analogie zur oberen Teilfigur von Fig. 1 – jeweils paarweise die Stromabnehmer 110a und 110b, sowie die Stromabnehmer 110c und 110d über die zu diesem Zweck vorgesehenen Rippen miteinander kontaktiert. Die unmittelbar benachbarten Stromabnehmer verschiedener Zelleneinheiten sind hier also vorzugsweise so anzuordnen, dass diese Rippen miteinander fluchten.

Fig. 5 zeigt – in Explosionsdarstellung und ausschnittsweise – einen Brennstoffzellenstack in Monopolaranordnung 200 mit den Stromableitern von Fig. 3.

- 10 Ähnlich wie bei Fig. 4 sind auch hier wieder vier Stromableiter 210a, 210b, 210c, 210d skizziert. Nimmt man ohne Einschränkung der Allgemeinheit die Stromableiter 210a und 210b als anodenseitige Stromableiter an, so stellen die Stromableiter 210c und 210d kathodenseitige Stromableiter dar.
- 15 Die Stromableiter 210b und 210c sind voneinander durch eine Elektrolyt/Elektroden-Einrichtung, beispielsweise eine Membran-Elektroden-Einheit (MEA) 230 getrennt. Die Anordnung 240-210b-230 definiert den Anodenbereich einer Zelleinheit, während die Anordnung 230-210c-250 den Kathodenbereich dieser Zelleinheit bildet.
- 20 Die Zwischenplatten 240 bzw. 250 dienen zur gegenseitigen elektrischen Isolierung der Stromableiter 210a und 210b bzw. 210c und 210d. Daher müssen die Stege der Zwischenplatten 240 und 250 exakt mit denen der angrenzenden Stromableiter ausgerichtet sein. Paarweise aneinander grenzende Anodenbereiche bzw. Kathodenbereiche bilden jeweils eine gemeinsame Anodenkammer bzw. Kathodenkammer, die zu beiden Seiten jeweils durch eine Elektrolyteinrichtung 230 abgeschlossen werden.

- Die Anordnung 240-210b-230-210c-250 bildet eine Zelleinheit oder – in Analogie zur Fig. 1 – ein Spannungselement. Die Verschaltung erfolgt analog zur unteren Teilfigur von Fig. 1: Zur Verschaltung des gezeigten Stackabschnitts werden beispielsweise der anodenseitige Stromabnehmer 210b und der kathodenseitige Stromabnehmer 210d der nachfolgenden Zelleinheit miteinander über die fluchtend ausgerichteten Rippen elektrisch verbunden (kontaktiert). Der anodenseitige Stromabnehmer 210a wird mit dem nächsten linksseitigen kathodenseitigen Stromabnehmer (nicht abgebildet) kontaktiert, während der kathodenseitige Stromabnehmer 210d mit

dem nächsten rechtsseitigen anodenseitigen Stromabnehmer (nicht abgebildet) kontaktiert wird, usw. Diese paarweise Kontaktierung kann dadurch vereinfacht werden, dass die miteinander zu verbindenden Rippen fluchtend ausgerichtet sind. Die Stromabnehmerelemente sind also vorzugsweise so ausgebildet, dass die Anschlussrippen jedes Stromabnehmers mit denen der übernächsten Stromabnehmer fluchten, während die Anschlussrippen unmittelbar benachbarter Stromabnehmer versetzt sind (nicht miteinander fluchten). Wie in den Figuren 3 und 5 veranschaulicht, kann dies durch geeignete Ausbildung mit einem einzigen Typ von Stromabnehmer erreicht werden, der jeweils in anderer Orientierung eingesetzt wird.

Wie die in Anlehnung an Fig. 5 ausgeführte Fig. 6 veranschaulicht, lässt sich ein vereinfachter Aufbau eines Monopolarstacks erreichen, wenn Stromableiter verwendet werden, die als Laminat ausgebildet sind, wobei eine Seite leitfähig und die andere Seite isolierend ist.

Beispielsweise kann der in Fig. 3 gezeigte Stromableiter auf einer Seite mit einem isolierenden Material beschicht werden. In Fig. 6 sollen die dem Betrachter zugewandten Seiten der Stromableiter 310b und 310d eine solche Beschichtung aufweisen. Durch eine alternierende Anordnung solcher beschichteter Stromableiter mit unbeschichteten Stromableitern, bei der die beschichtete Seite jeweils den angrenzenden unbeschichteten Stromableitern zugewandt ist, lässt sich ein Monopolarstack ohne Verwendung von separaten isolierenden Zwischenplatten aufbauen, was konstruktionstechnisch eine nicht unerhebliche Vereinfachung darstellt. Ferner kann die isolierende Beschichtung eine geringere Dicke als die als separate Einheiten hergestellten isolierenden Zwischenplatten aufweisen, so dass das Gesamtvolumen des Stacks verringert werden kann.

Es sei darauf hingewiesen, dass zusätzlich auch die dem Betrachter abgewandten Seiten der Stromableiter 310a und 310c eine solche isolierende Beschichtung aufweisen können, auch wenn dies grundsätzlich nicht erforderlich ist. Neben einer noch besseren Gewährleistung einer elektrischen Isolation benachbarter Zelleinheiten kann dies auch das Zusammensetzen des Stacks vereinfachen: benachbarte Stromableiter müssen dann immer so zusammengesetzt werden, dass die Fluidströmung-

seinrichtungen (Bohrungen, Durchbrüche, Kanäle) deckungsgleich sind und die isolierenden Schichten unmittelbar aneinander liegen.

Prinzipiell gibt es keine Vorbedingungen hinsichtlich der Dicke des isolierenden Teils und des leitfähigen Teils eines solchen Laminats. Soweit keine anderen Gründe (z.B. mechanische Stabilität, elektrische Leitfähigkeit) dagegen sprechen, kann also ein derartiger Stromableiter genau so gut im Wesentlichen aus isolierendem Material bestehen, das auf einer Seite mit einer leitfähigen Schicht beschichtet ist.

- 5 Eine noch weitergehende Vereinfachung des Aufbaus eines Monopolarstacks kann durch Lamine erreicht werden, die aus einer zwischen zwei leitfähigen Schichten (z.B. Metallschichten) eingebettete isolierende Schicht aufweisen, also beispielsweise die Plattenelemente 210a, 240, 210b von Fig. 4 in ein Plattenelement integrieren. Der Stack kann dann einfach als alternierende Anordnung aus Laminaten und Elektrolyteinrichtungen aufgebaut werden.
- 10
- 15

Fig. 7 zeigt eine weitere bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Plattenelements, sowie deren alternierende Anordnung beim Aufbau eines Bipolarstacks 400 (Elektrolyteinrichtungen und Zwischenlagen, die benachbarte Anoden- und Kathodenbereiche voneinander trennen, wurden der Einfachheit halber weggelassen). Die Plattenelemente 410a und 410b unterscheiden sich nur durch ihre Orientierung. Im Vergleich mit ähnlichen Strukturmerkmalen des Ausführungsform von Fig. 3 wurden hier um 400 erhöhte Bezugszeichen verwendet.

- 20 Die gestrichelte Linie des in der Figur recht oben skizzierten Plattenelements 410a unterteilt das Plattenelement in einen Rahmenbereich und einen Innenbereich.
- 25

- Der Rahmenbereich weist eine Vielzahl von Bohrungen 415, 416, 417, 418 auf, von denen die Bohrungen 416 und 418 über Durchbrüche mit Aussparungen im Innenbereich des Plattenelements paarweise verbunden sind. Alle Bohrungen dienen der Fluidführung entlang der Stackachse (senkrecht zur Plattenebene). Die Bohrungen 416 und 418 dienen zusätzlich noch zur Fluidführung senkrecht zur Stackachse. Hierzu sind sie paarweise über Durchbrüche mit Aussparungen 414 im Innenbereich
- 30

des Plattenelements verbunden, die eine Vielzahl von parallelen Kanälen definieren. Diese Kanäle 414 sind durch Stege 413 voneinander getrennt, die bei einem als Stromableiter dienenden Plattenelement (wie bei der Bipolaranordnung der Fall) zur Stromleitung dienen. Die Stege 413 sind hier mit gegenüberliegenden Rahmenbereichen verbunden. Zwischen jedem Paar von Plattenelementen wird entweder eine Elektrolyteinrichtung oder eine Trennplatte 420 eingebracht, die die in Fig. 8 skizzierte Form und Strukturierung haben. Die Bohrungen 425, 426, 427, 427 im äußeren Bereich der Trennplatte 420 (wie auch der nicht skizzierten Elektrolyteinrichtung) sind im Stack exakt mit den entsprechenden Bohrungen 415, 416, 417, 418 der Plattenelemente 410a, 410b ausgerichtet.

Im skizzierten Beispiel definieren beispielsweise die Plattenelemente 410a Anodenkammern, während das Plattenelemente 410b eine Kathodenkammer darstellt. Die Bohrungen 415 und 417 des oberen Plattenelements 410a dienen in diesem Fall zur Führung des Kathodenfluids, während die Bohrungen 416 und 418 der Führung des Anodenfluids und der Zufuhr des Anodenfluids in die durch den Innenbereich definierte Anodenkammer dienen.

Die Plattenelemente können aus einem elektrisch leitfähigen Material hergestellt sein und in dieser Ausbildung als Stromabnehmer für bipolare oder monopolare Brennstoffzellenstacks verwendet werden. Im Unterschied zur Fig. 7 sind im letzteren Fall die Stromabnehmer jeweils paarweise gleich auszurichten und benachbarte Paare jeweils um 90° verdreht. Wenn alle Stromabnehmer (oder wenigstens jeweils ein Stromabnehmer jedes Paares) einseitig isolierend beschichtet sind, so ist eine der Fig. 6 entsprechende Monopolaranordnung möglich. Sind die Stromabnehmer beidseitig leitfähig, so werden zusätzlich elektrisch isolierende Plattenelemente mit der in Fig. 7 skizzierten Strukturierung benötigt, um einen Fig. 5 entsprechenden Aufbau einer Monopolaranordnung zu ermöglichen. Die Elektrolyteinrichtung für die Monopolaranordnung unterscheidet sich von der der Bipolaranordnung dagegen nicht (vgl. Fig. 8).

Die vorliegende Erfindung und ihre Vorteile wurden zuletzt anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen erläutert. Der Schutzbereich der vorliegenden Erfindung wird aber allein durch die nachfolgenden Patentansprüche definiert.

**Patentansprüche**

1. Ein Plattenelement (10) für einen Brennstoffzellenstapel, umfassend:

einen Rahmenbereich (11) und wenigstens einen Innenbereich, der von dem Rahmenbereich (11) umgeben ist,

5

eine Mehrzahl von Stegen (13), die sich vom Rahmenbereich (11) in den wenigstens einen Innenbereich erstrecken und im wenigstens einen Innenbereich eine Strömungsführungsstruktur (14) definieren, die durch Aussparungen zwischen den Stegen (13) gebildet wird,

10

wenigstens vier Bohrungen (15, 16, 17, 18) im Rahmenbereich, von denen wenigstens zwei (16, 18) mit der Strömungsführungsstruktur (14) in Verbindung stehen.

- 15 2. Ein Plattenelement gemäß Anspruch 1, in welchem die Strömungsführungsstruktur wenigstens einen mäandernden Strömungskanal umfasst.

3. Ein Plattenelement gemäß einem der Ansprüche 1 und 2, welches aus einem leitfähigen Material besteht.

20

4. Ein Plattenelement gemäß Anspruch 3, welches aus einem Metall oder einer metallischen Verbindung besteht.

5. Ein Plattenelement gemäß einem der Ansprüche 1 und 2, welches aus einem isolierenden Material besteht.

25

6. Ein Plattenelement gemäß einem der Ansprüche 1 und 2, welches als Laminat aus einer leitfähigen Schicht und einer isolierenden Schicht ausgebildet ist.



7. Ein Plattenelement gemäß einem der Ansprüche 1 und 2, welches als Laminat aus einer isolierenden Schicht und zwei leitfähigen Schichten ausgebildet ist, die die isolierende Schicht sandwichartig einbetten.

- 5 8. Ein Plattenelement gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, mit wenigstens einer Rippe, die sich vom Rahmenbereich nach außen erstreckt.

9. Ein Plattenelement gemäß Anspruch 8, mit Rippen an wenigstens zwei gegenüberliegenden Seiten des Rahmenbereichs.

10

10. Ein Plattenelement gemäß Anspruch 9, bei welchem die Rippen an gegenüberliegenden Seiten des Rahmenbereichs versetzt zueinander angeordnet sind.

11. Eine Brennstoffzellenstackbaueinheit, umfassend:

15

eine Membran-Elektroden-Einheit, die wenigstens an einer Seite mit der leitfähigen Seite eines Plattenelements gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4 und 6 bis 10 verbunden ist.

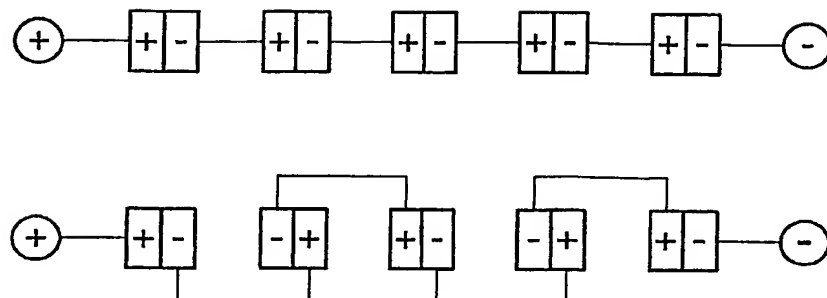


Fig. 1

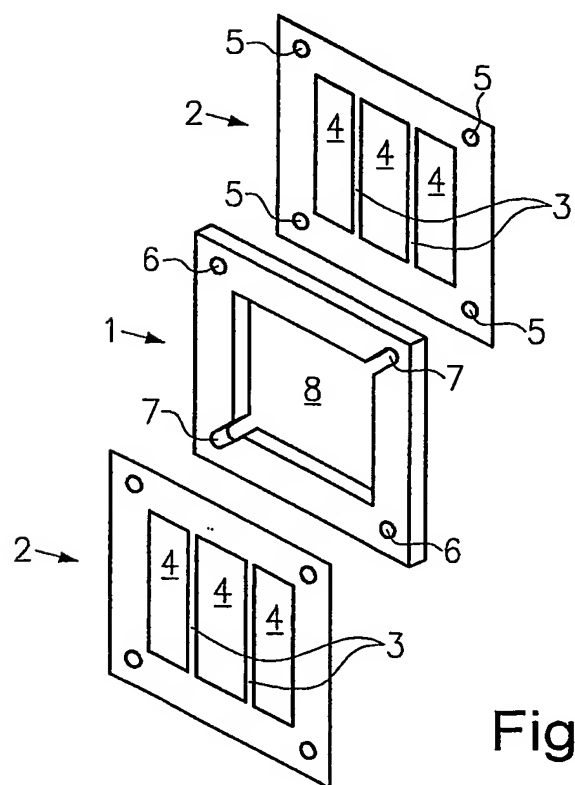


Fig. 2

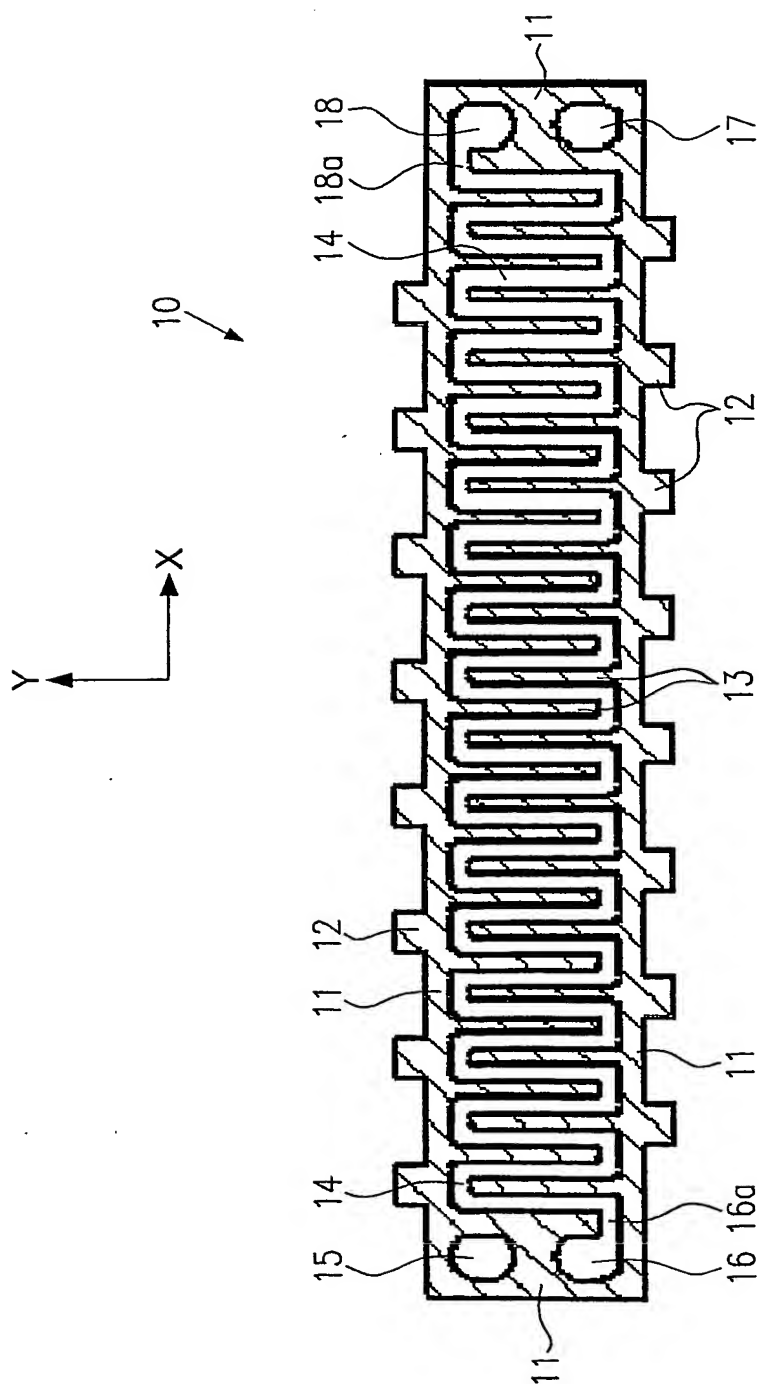


Fig. 3

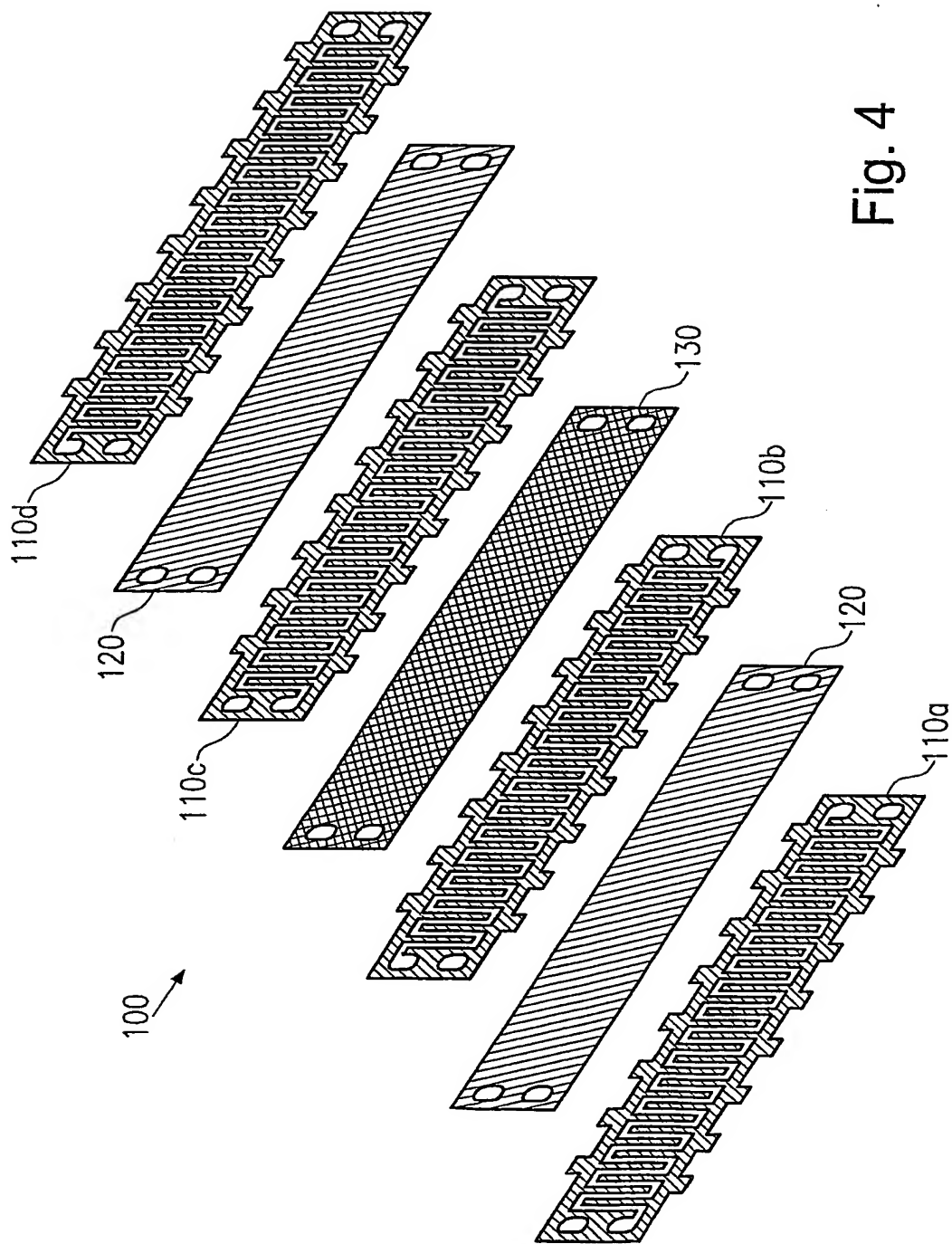


Fig. 4

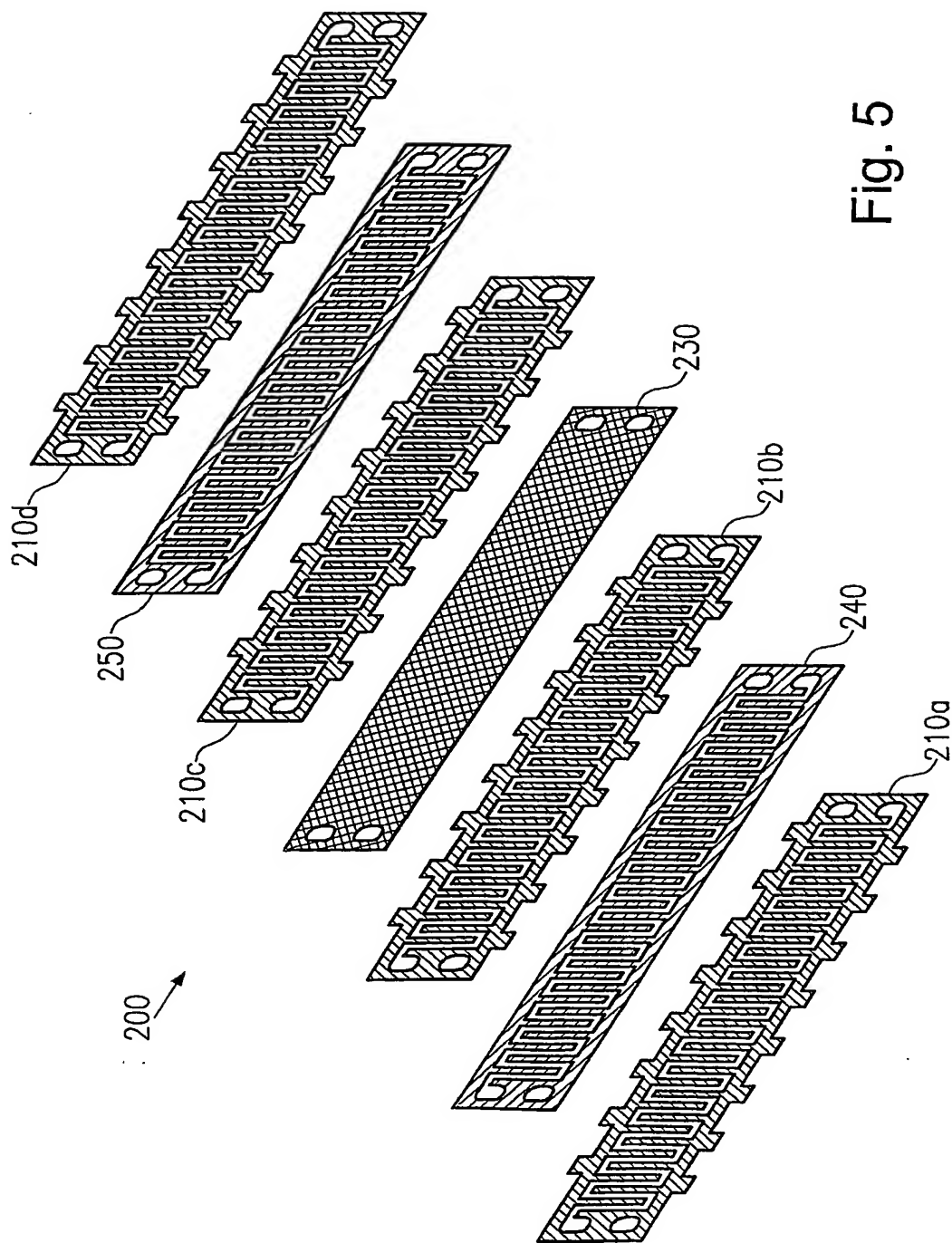


Fig. 5

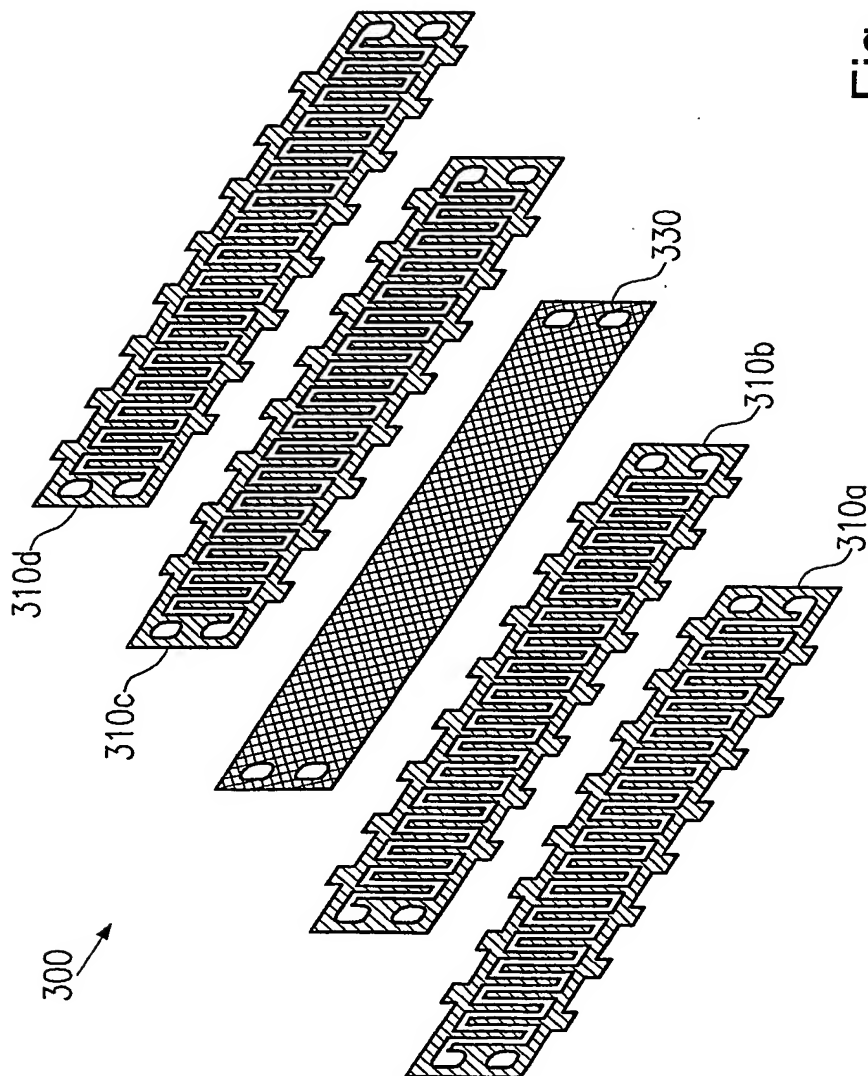


Fig. 6

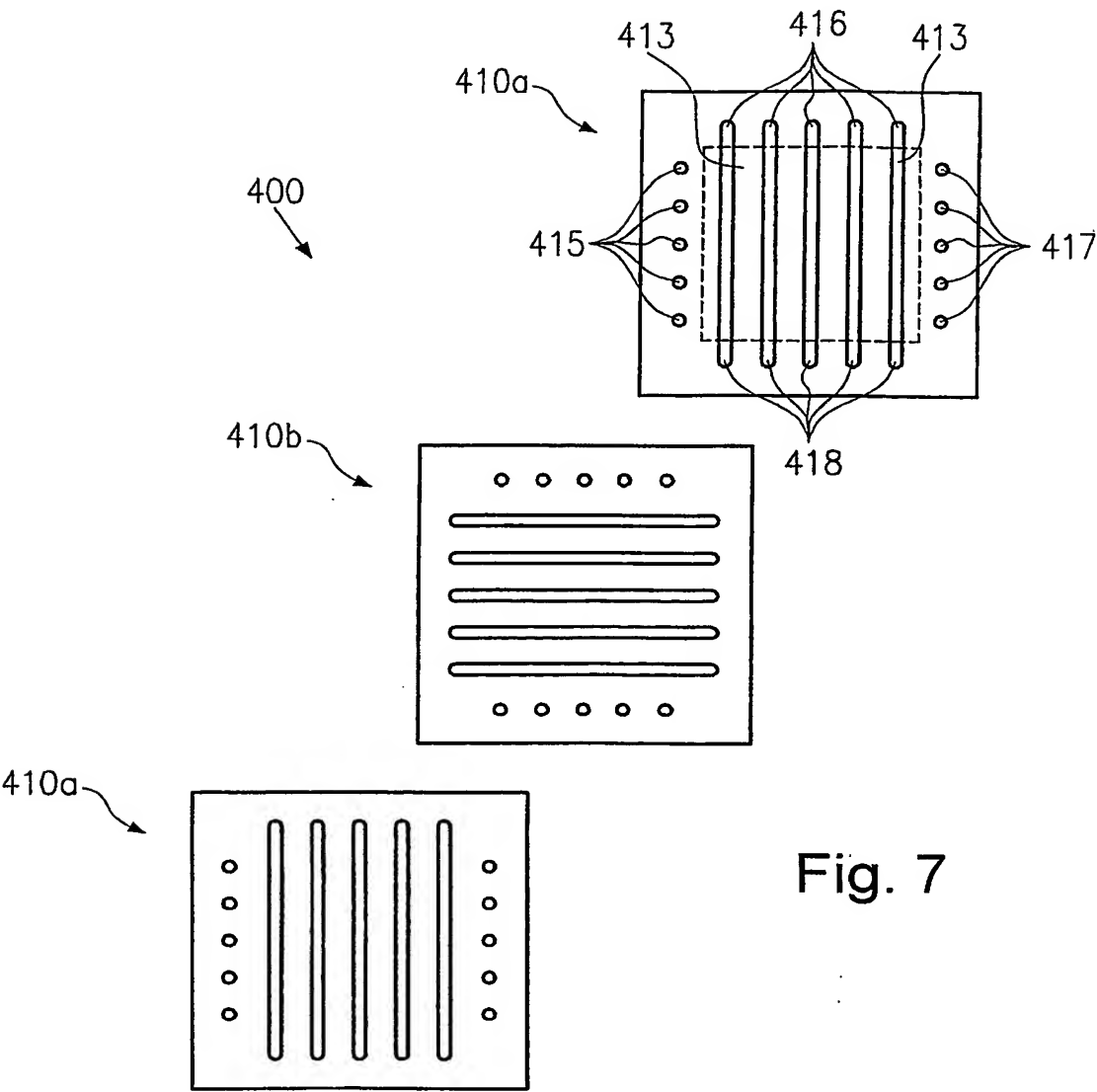


Fig. 7

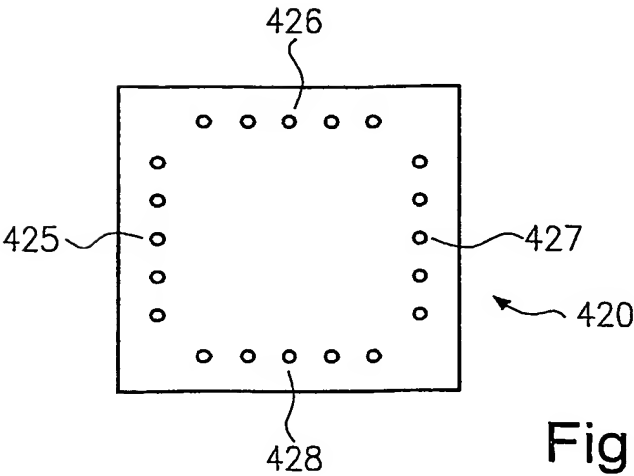


Fig. 8

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/E 03/08373

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 H01M8/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 220 347 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 3 July 2002 (2002-07-03) claim 1; figures 5,6,10,11 ---	1-4,8,9, 11
X	EP 0 281 949 A (INT FUEL CELLS CORP) 14 September 1988 (1988-09-14) abstract; figure 2 ---	1-4,8,9, 11
X	US 5 863 671 A (SPEAR JR REGINALD G ET AL) 26 January 1999 (1999-01-26) claim 28; figures 14D,14G ---	1,2,7,11
X	EP 0 975 039 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 26 January 2000 (2000-01-26) claims 1,3,4; figures 2-5 ---	1-4,11
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 December 2003

Date of mailing of the international search report

19/12/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Reich, C



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 93/08373

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 959 511 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 24 November 1999 (1999-11-24) the whole document ---	1,3,4,11
A	WO 97 23006 A (KERNFORSCHUNGSANLAGE JUELICH ;QUADAKKERS WILLEM J (NL)) 26 June 1997 (1997-06-26) abstract ---	5-7
A	US 3 134 696 A (CAIRNS EITON J ET AL) 26 May 1964 (1964-05-26) column 7, line 19-27 -----	5-7

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/93/08373

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1220347	A	03-07-2002	JP 2002203578 A EP 1220347 A2 US 2002119359 A1	19-07-2002 03-07-2002 29-08-2002
EP 0281949	A	14-09-1988	US 4743518 A CA 1292509 C DE 3863095 D1 EP 0281949 A1 JP 63228571 A	10-05-1988 26-11-1991 11-07-1991 14-09-1988 22-09-1988
US 5863671	A	26-01-1999	AU 4193996 A AU 5920596 A CA 2202380 A1 CA 2220901 A1 CN 1184559 A EP 0783770 A1 EP 0832504 A1 JP 10507573 T JP 11510637 T WO 9612316 A1 WO 9637005 A1 US 6051331 A RU 2174728 C2 US 5683828 A US 5858567 A	06-05-1996 29-11-1996 25-04-1996 21-11-1996 10-06-1998 16-07-1997 01-04-1998 21-07-1998 14-09-1999 25-04-1996 21-11-1996 18-04-2000 10-10-2001 04-11-1997 12-01-1999
EP 0975039	A	26-01-2000	EP 0975039 A2 JP 2000100454 A US 6444346 B1	26-01-2000 07-04-2000 03-09-2002
EP 0959511	A	24-11-1999	EP 0959511 A2 US 6248466 B1	24-11-1999 19-06-2001
WO 9723006	A	26-06-1997	DE 19547699 A1 AU 1869197 A CA 2240270 A1 WO 9723006 A2 DE 59606812 D1 EP 0868759 A2	24-07-1997 14-07-1997 26-06-1997 26-06-1997 23-05-2001 07-10-1998
US 3134696	A	26-05-1964	BE 596662 A FR 1285926 A FR 1285927 A GB 894530 A NL 128269 C NL 257579 A US 3134697 A	02-03-1962 02-03-1962 26-04-1962 26-05-1964

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H01M8/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 H01M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 220 347 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 3. Juli 2002 (2002-07-03) Anspruch 1; Abbildungen 5,6,10,11 ---	1-4,8,9, 11
X	EP 0 281 949 A (INT FUEL CELLS CORP) 14. September 1988 (1988-09-14) Zusammenfassung; Abbildung 2 ---	1-4,8,9, 11
X	US 5 863 671 A (SPEAR JR REGINALD G ET AL) 26. Januar 1999 (1999-01-26) Anspruch 28; Abbildungen 14D,14G ---	1,2,7,11
X	EP 0 975 039 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 26. Januar 2000 (2000-01-26) Ansprüche 1,3,4; Abbildungen 2-5 ---	1-4,11
	--- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. Dezember 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

19/12/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Reich, C

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGEFÜHRTE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Bez. Anspruch Nr.
X	EP 0 959 511 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 24. November 1999 (1999-11-24) das ganze Dokument ----	1,3,4,11
A	WO 97 23006 A (KERNFORSCHUNGSANLAGE JUELICH ;QUADAKKERS WILLEM J (NL)) 26. Juni 1997 (1997-06-26) Zusammenfassung ----	5-7
A	US 3 134 696 A (CAIRNS EITON J ET AL) 26. Mai 1964 (1964-05-26) Spalte 7, Zeile 19-27 -----	5-7

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/E/08373

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1220347	A	03-07-2002	JP	2002203578 A		19-07-2002
			EP	1220347 A2		03-07-2002
			US	2002119359 A1		29-08-2002
EP 0281949	A	14-09-1988	US	4743518 A		10-05-1988
			CA	1292509 C		26-11-1991
			DE	3863095 D1		11-07-1991
			EP	0281949 A1		14-09-1988
			JP	63228571 A		22-09-1988
US 5863671	A	26-01-1999	AU	4193996 A		06-05-1996
			AU	5920596 A		29-11-1996
			CA	2202380 A1		25-04-1996
			CA	2220901 A1		21-11-1996
			CN	1184559 A		10-06-1998
			EP	0783770 A1		16-07-1997
			EP	0832504 A1		01-04-1998
			JP	10507573 T		21-07-1998
			JP	11510637 T		14-09-1999
			WO	9612316 A1		25-04-1996
			WO	9637005 A1		21-11-1996
			US	6051331 A		18-04-2000
			RU	2174728 C2		10-10-2001
			US	5683828 A		04-11-1997
			US	5858567 A		12-01-1999
EP 0975039	A	26-01-2000	EP	0975039 A2		26-01-2000
			JP	2000100454 A		07-04-2000
			US	6444346 B1		03-09-2002
EP 0959511	A	24-11-1999	EP	0959511 A2		24-11-1999
			US	6248466 B1		19-06-2001
WO 9723006	A	26-06-1997	DE	19547699 A1		24-07-1997
			AU	1869197 A		14-07-1997
			CA	2240270 A1		26-06-1997
			WO	9723006 A2		26-06-1997
			DE	59606812 D1		23-05-2001
			EP	0868759 A2		07-10-1998
US 3134696	A	26-05-1964	BE	596662 A		
			FR	1285926 A		02-03-1962
			FR	1285927 A		02-03-1962
			GB	894530 A		26-04-1962
			NL	128269 C		
			NL	257579 A		
			US	3134697 A		26-05-1964